Exercices sur les Compartiments Liquidiens – Corrigés -

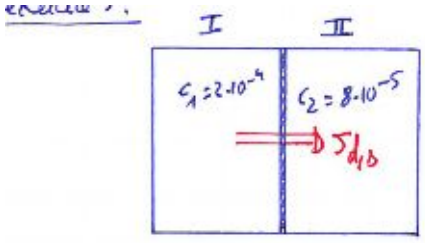
exercice 1 :

Soit une solution d'hémoglobine de concentration $2.10^{-4}\ mol/L$ qui diffuse à travers une membrane de surface diffusante $S = 5\ cm^2$ jusqu'à une concentration de $8.10^{-5}\ mol/L$
On donne $D_{hémoglobine} = 6{,}9.10^{-7}\ cm^2/s$ et $M_{hémoglobine} = 68\ kg/mol$

Déterminer la masse d'hémoglobine qui s'est déplacée de 3 cm pendant 5 min.

A: 13,5 µg	**B:** 41,4 ng	**C:** 2,55 µg	**D:** 5,07 ng
E: 2,82 µg	**F:** 4,69 ng	**G:** aucune réponse	

➢ **Correction exercice 1 :**



$$J_{ds} = \frac{\Delta m}{\Delta t} = -D\,S\,\frac{\Delta c}{\Delta x} \qquad n = \frac{m}{M} \Rightarrow \Delta n = \frac{\Delta m}{M}$$

$$\Delta m = -D\,S\,\frac{\Delta c}{\Delta x} \times M.\Delta t$$

A.N. $\Delta m = -6{,}9.10^{-7} \times 10^{-4} \times 5.10^{-4} \cdot \frac{(c_2 - c_1)}{3.10^{-2}} \times 68.10^3 . 5 \times 60$

$$\Delta m = -7{,}038.10^{-7} \cdot \frac{(8.10^{-5} - 2.10^{-4}) \times 10^3}{3.10^{-2}}$$

$\Delta m = 2{,}82\ \mu g$
réponse (e)

exercice 2 :

Au sujet des compartiments liquidiens de l'organisme, entourez les affirmations **exactes** ?

- **A.** le transfert diffusif passif de soluté à travers une membrane s'appelle également transfert osmotique
- **B.** la diffusion d'un soluté est augmentée d'un facteur 2 quand la température est portée de 20°C à 40°C
- **C.** une hypernatrémie entraîne une hypertonicité du milieu extracellulaire
- **D.** une surcharge en NaCl isotonique dans l'organisme entraîne une déshydratation cellulaire
- **E.** la natrémie varie proportionnellement à la volémie (volume plasmatique)
- **F.** une hyponatrémie peut être liée soit à une surcharge sodé, soit à un déficit hydrique
- **G.** Quand on met des globules rouges (GR) dans un liquide hypertonique, un flux osmotique d'eau entrant dans le GR va tendre à égaliser les osmolalités efficaces de part et d'autre de la membrane cellulaire
- **H.** Pour un capillaire sanguin de longueur L, l'équilibre de Starling est assuré par une valeur moyenne de la pression efficace positive sur la longueur L
- **I.** La constance de la pression oncotique dans le capillaire glomérulaire est responsable de l'éventuelle annulation du flux net d'ultrafiltration jusqu'à la fin du capillaire.
- **J.** L'hémolyse intervient lorsque la membrane, soumise à une trop forte pression osmotique, rompt.

➢ **Correction exercice 2 :**

- **A.** FAUX : transfert osmotique uniquement pour la diffusion de l'eau
- **B.** FAUX : $J = -DS\frac{\Delta C}{\Delta x}$ et $D = \frac{k_B.T}{6\pi\eta r}$; T étant en °K, on ne multiplie pas par 2 lorsqu'on passe de $293°K$ $(20°K)$ à $313°K$ $(40°C)$
- **C. VRAI : si $[Na^+]$ augmente, toute l'osmolarité efficace extracellulaire augmente, donc la pression osmotique extracellulaire augmente ⟹ hypertonicité du compartiment extracellulaire**
- **D.** FAUX : une surcharge en NaCl isotonique augmente d'abord le volume du compartiment extracellulaire, et, comme la concentration en NaCl apporté est la même que celle du compart. extra., aucun flux d'eau n'a lieu, l'équilibre est déjà atteint ⟹ augmentation du volume extracellulaire uniquement
- **E.** FAUX : le volume plasmatique est le volume du compart. extra., donc lorsque celui-ci augmente, la natrémie baisse ; en tous cas cela n'a aucun lien avec la loi -sous-entendue ici- selon laquelle la natrémie varie en sens inverse du volume intracellulaire
- **F.** FAUX : hyponatrémie de déplétion : déficit sodé
  hyponatrémie de dilution : surcharge hydrique
- **G.** FAUX : GR dans hypertonique entraîne sa plasmolyse (l'eau diffusant de hypo vers hyper, elle 'quitte' le GR)
- **H.** FAUX : équilibre de Starling si la valeur moyenne de la P_{eff} est nulle, c-à-d si la P_{eff} à la fin du capillaire est de même valeur mais de signe opposée à la P_{eff} en début de capillaire : $P_{eff.art} = -P_{eff.vein}$; ainsi, les flux nets d'ultrafiltration seront compensés par les flux nets de réabsorption et l'équilibre de Starling sera assuré
- **I.** FAUX : beaucoup d'eau sort du capillaire glomérulaire, entraînant une hausse de la pression oncotique (c'est la pression hydrostatique qui demeure constante dans le capillaire glomérulaire, sa résistance à l'écoulement étant faible)
- **J. VRAI : lorsque la membrane est distendue au maximum et que l'eau entre encore, elle rompt, libérant l'hémoglobine**

exercice 3 :

Soit une solution S constituée d'eau et de différents solutés aux concentrations suivantes :
$NaCl$: 12,8 g/L ; $urée$: 0,2 mol/L ; K_2SO_4 : 8,2 g/L
On donne les masses molaires : $M(Na) = 23\ g/mol$; $M(Cl) = 35{,}5\ g/mol$; $M(Urée) = 60\ g/mol$; $M(K) = 39\ g/mol$; $M(S) = 32\ g/mol$) ; $M(O) = 16\ g/mol$;
Constante cryoscopique du solvant : $K = -1{,}86\ S.I$

Quelle est la combinaison de toutes les propositions **exactes?**

1. L'osmolarité de la solution S est : 582 $mOsmol/L$
2. L'abaissement cryoscopique de la solution S est de : 1,45°C
3. A 27°C, la pression osmotique développée par la solution S est : $\pi = 19{,}4\ atm$
4. Une propriété colligative d'une solution est une propriété qui dépend uniquement du nombre et non de la nature des particules de solutés dans la solution.
5. La constante cryoscopique peut s'exprimer en $°C.kg^{-1}.osmol^{-1}$
6. La pression osmotique est une propriété colligative d'autant plus adéquate que la solution est concentrée
7. Le sérum physiologique est une solution isotonique au sang

A: 2 + 3 + 4 + 6	**B:** 1 + 3 + 5 + 6 + 7	**C:** 1 + 2 + 3 + 4 + 7	**D:** 2 + 3 + 4 + 5 + 6 +7
E: 2 + 4 + 7	**F:** 3 + 5 +6 + 7	**G:** Tout est vrai	**H:** Tout est faux

➢ **Correction exercice 3:**

1. FAUX : $C_{osm} = 2 \times \frac{12{,}8}{58{,}5} + 0{,}2 + 3 \times \frac{8{,}2}{174} = 0{,}779\ \frac{Osmol}{L} = 779\ mOsmol/L$

2. **VRAI : $\Delta\theta = -K.C_{osm} = -(-1{,}86).0{,}779 = 1{,}45°C$**

3. FAUX : $\pi = RTC_{osm.eff.}$ il faut déduire l'urée (qui n'est pas osmotiquement efficace) de C_{osm} $\Longrightarrow$ $C_{osm.eff.} = 0{,}779 - 0{,}2 = 0{,}579\ Osmol/L$
   D'où : $\pi = 8{,}31 \times 300 \times 0{,}579.10^3 = 14{,}4.10^5 Pa = 14{,}4\ atm$

4. **VRAI : 2 propriété colligatives** $\begin{cases} \pi = RTC_{osm.eff.} \\ \Delta\theta = -K.C_{osm} \end{cases}$ **ne dépendent que du nombre d'osmoles, c-à-d indépendant de la nature des espèces dissoutes**

5. FAUX : $\Delta\theta = -K.C_{osm} \Longrightarrow |K| = \frac{\Delta\theta}{C_{osm}} \sim \frac{°C}{osmol.kg^{-1}} \sim °C.kg.osmol^{-1}$

6. FAUX : π adéquat pour les solutions macromoléculaires, toujours très peu concentrées, afin que la hauteur d'eau dans l'osmomètre ne soit pas trop élevée

7. **VRAI : sérum physiologique est de même osmolarité que le sang ; il est constitué d'eau et de NaCl à 9 g/L**

exercice 4 :

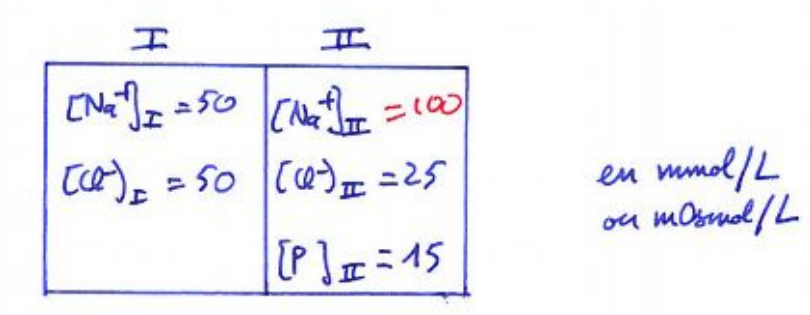
Un réservoir maintenu à $27°C$ est séparé en deux compartiments de même volume (appelés I et II), par une membrane dialysante.
Dans I, on verse une solution de $NaCl$, et dans II une solution de $NaCl$ et d'une macromolécule chargée.
A l'équilibre, l'osmolarité dans I est de $100\ mOsmol/L$; la concentration de la macromolécule, totalement dissociée, dans II, est de $15\ mmol/L$; la concentration osmolaire de Cl^- dans II est de $25\ mOsmol/L$. $(1\ F = 96\,500\ C)$

Quelle est la combinaison de toutes les propositions exactes, à l'équilibre ?

1. La concentration osmolaire de Na^+ dans II est de $50\ mOsmol/L$
2. La concentration osmolaire de Na^+ dans II est de $100\ mOsmol/L$
3. La macromolécule porte 8 charges négatives
4. La macromolécule porte 5 charges positives
5. Le potentiel de Donnan est de $V_I - V_{II} = 17{,}9\ mV$
6. Le potentiel de Donnan est de $V_{II} - V_I = 23{,}5\ mV$
7. La pression osmotique est $\Delta\pi = \pi_{II} - \pi_I$ est approximativement d'une atmosphère
8. La pression osmotique est $\Delta\pi = \pi_I - \pi_{II}$ est approximativement d'une $0{,}78.10^5\ Pa$

A: 3 + 7	**B:** 1 + 3 + 5 + 7	**C:** 2 + 4 + 6 + 8	**D:** 2 + 3 + 6 + 7
E: 2 + 4	**F: 2 + 5 + 7**	**G:** 3 + 6 + 7	**H :** aucune réponse

➢ **Correction exercice 4 :**



L'osmolarité totale de I étant de 100 mOsmol/L, on a : $[Na^+]_I^{eq} = [Cl^-]_I^{eq} = 50\ mOsmol.L^{-1}$

1. FAUX
   L'équilibre de Donnan donne : $\frac{[Na^+]_{II}^{eq}}{[Na^+]_I^{eq}} = \frac{[Cl^-]_I^{eq}}{[Cl^-]_{II}^{eq}} \Longrightarrow [Na^+]_{II}^{eq} = [Na^+]_I^{eq} . \frac{[Cl^-]_I^{eq}}{[Cl^-]_{II}^{eq}}$

   Soit : $[Na^+]_{II}^{eq} = \frac{50}{25} . 50 \Longrightarrow$ **$[Na^+]_{II}^{eq} = 100\ mOsmol.L^{-1}$**

2. **VRAI : voir question précédente**

3. FAUX : on a $[Na^+]_{II}^{eq} > [Cl^-]_{II}^{eq}$ donc la macromolécule dissociée est chargé négativement (pour assurer l'électroneutralité du compart. II)

D'où : électroneutralité du compartiment II à l'équilibre :

$$[Na^+]_{II}^{eq} = [Cl^-]_{II}^{eq} + z.[P^{z-}]_{II}^{eq}$$

D'où :

$$z = \frac{[Na^+]_{II}^{eq} - [Cl^-]_{II}^{eq}}{[P^{z-}]_{II}^{eq}} = \frac{100 - 25}{15} \Longrightarrow \quad \boldsymbol{z = 5\ charges\ négatives : \ P^{5-}}$$

4. FAUX : voir question précédente

5. VRAI : grâce à l'ion Na^+ par exemple, le potentiel de Donnan est :

$$\boldsymbol{V_I - V_{II} = \frac{RT}{+1.F}.ln\left(\frac{[Na^+]_{II}^{eq}}{[Na^+]_{I}^{eq}}\right) = \frac{8,31 \times 300}{96\,500}.ln\left(\frac{100}{50}\right) \Longrightarrow V_I - V_{II} = 17,9\ mV}$$

6. FAUX : voir question précédente

7. VRAI : le compartiment II étant plus concentré que le compartiment I, on a :

$$\boldsymbol{\Delta\pi = \pi_{II} - \pi_I = RT(C_{osm\,II} - C_{osm\,I}) = 8,31 \times 300 \times (140.10^{-3} - 100.10^{-3}).10^3}$$

$$\boldsymbol{\Delta\pi = \pi_{II} - \pi_I = 99\,720 = 0,997\ atm \Longrightarrow \Delta\pi \sim 1\ atm}$$

8. FAUX : voir question précédente

exercice 5 :

Soit la série d'affirmations suivantes :

1. Soit une solution A hypoosmolaire à une solution B ; alors A est hypotonique à B
2. Une hyperperméabilité du capillaire (due à une infection, allergie…) peut entraîner des oedèmes
3. Les cristalloïdes, du fait de leur état agrégé et dense, ne peuvent être dialysés (passer les membranes)
4. L'osmose est à l'origine de la turgescence et de la plasmolyse
5. L'osmolarité d'une solution de $CaCl_2$ de concentration massique $1{,}0\ g/l$ est de $3\ mOsmol.l^{-1}$ (on donne $M(Ca) = 40\ g.mol^{-1}$; $M(Cl) = 35{,}5\ g.mol^{-1}$)
6. D'après la Loi d'Einstein relative à la diffusion de soluté due à l'agitation moléculaire, le coefficient de diffusion D est d'autant plus élevé que la taille des molécules est importante
7. La dimension du coefficient de diffusion D est $[mol]^2.[T]^{-1}.[L]^5$
8. La diffusion de l'eau se fait dans le sens inverse du gradient d'osmolalité.

Quelle est la combinaison d'affirmations **vraies** ?

A : 2 + 4 + 8	**B :** 2 + 5 + 7	C : 2 + 4	**D :** 1 + 3 + 5
E : 1 + 2 + 3 + 4 + 6	**F :** 3 + 6 + 7 + 8	**G :** 1 + 2 + 4 + 5 + 7	

➢ **Correction exercice 5 :**

1. **FAUX** : A est hypotonique à B s'il s'agit de la concentration en osmoles ***efficaces***
2. **VRAI :** hyperperméabilité ⟹ sortie d'eau importante du compartiment plasmatique dans le milieu interstitiel : oedèmes
3. **FAUX:** les cristalloïdes sont des micromolécules (seils fortement dissociés), et passent librement les membranes
4. **VRAI:** lorsque le Globule Rouge est plongé dans des solutions hypotoniques ou hypertoniques, il est sujet à des flux d'eau entrants (turgescence), ou sortants (plasmolyse)
5. **FAUX :**

$$CaCl_2 \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} \quad \Longrightarrow \quad 3\ osmoles$$

$$[CaCl_2]_{osm} = 3\ osm \times \frac{[CaCl_2]_{massique}}{M(CaCl_2)} = 3 \times \frac{1}{111} = 27\ mosm.L^{-1} \neq 3$$

6. **FAUX :** le coefficient de diffusion de soluté $D = \frac{kT}{6\pi\eta R}$ est inversement proportionn el au rayon R, donc diminue si la taille des molécules de soluté augmente

7. **FAUX :**

$$J = \frac{\Delta n}{\Delta t} = -D.S.\frac{\Delta C_{osm}}{\Delta x} \Leftrightarrow D = \frac{\Delta n.\Delta x}{\Delta t.S.\Delta C_{osm}} \Longrightarrow [D] \sim \frac{mol.m}{s.m^2.mol.m^{-3}} \Longrightarrow \boldsymbol{[D] \sim m^2.s^{-1}}$$

8. **FAUX** : le signe + de la formule de la 1ère loi de Fick relative à la diffusion de l'eau $J_{H_2O} = +R.T.b_{H_2O}.S.gradC_{osm}$ indique que le flux de diffusion de l'eau se fait dans le même sens que le gradient d'osmolarités, c-à-d vers la compartiment de concentration la plus élevée (un gradient est toujours orienté vers le maximum de la fonction)